

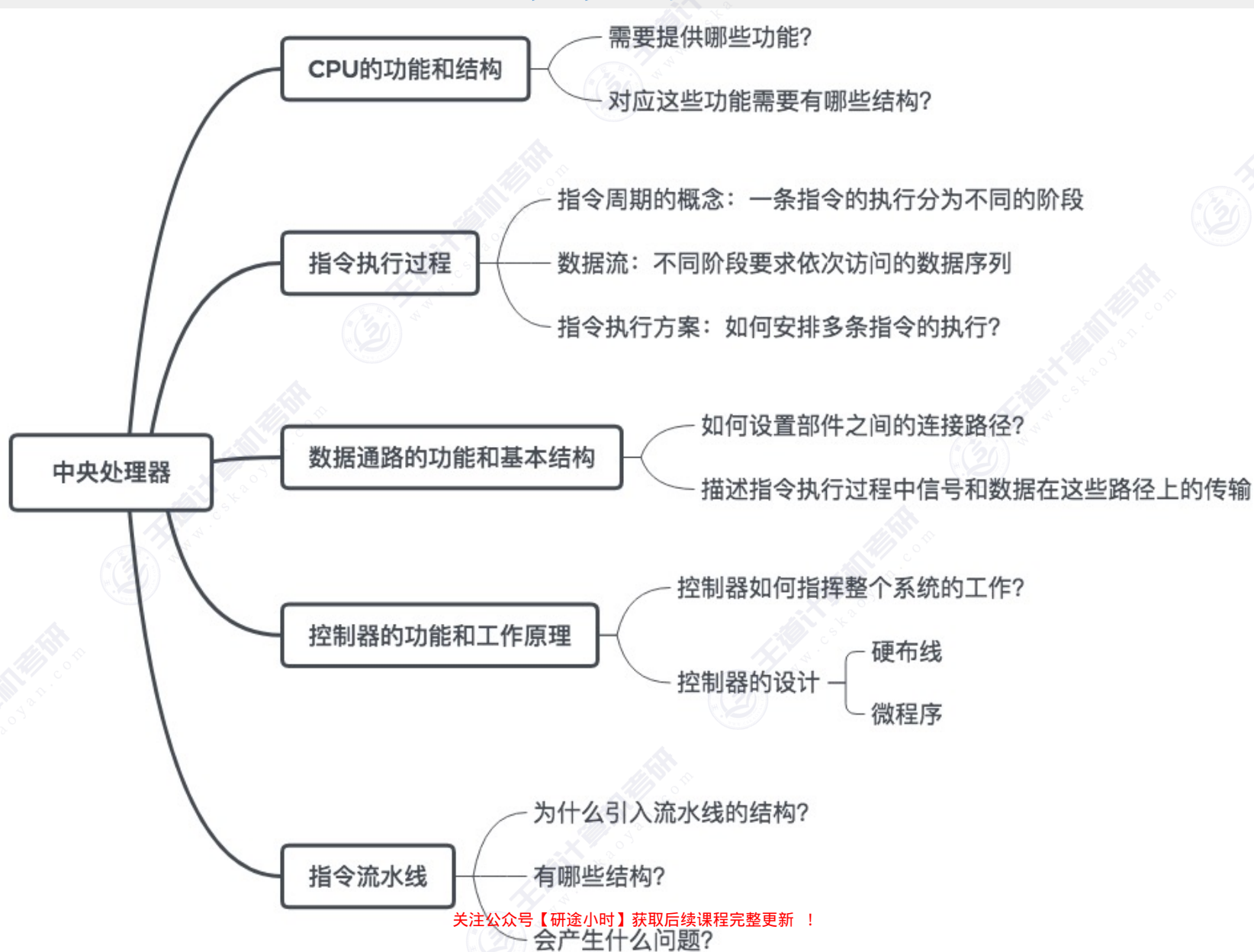
本节内容

# 微程序控制器 的基本原理

关注公众号【研途小时】获取后续课程完整更新！

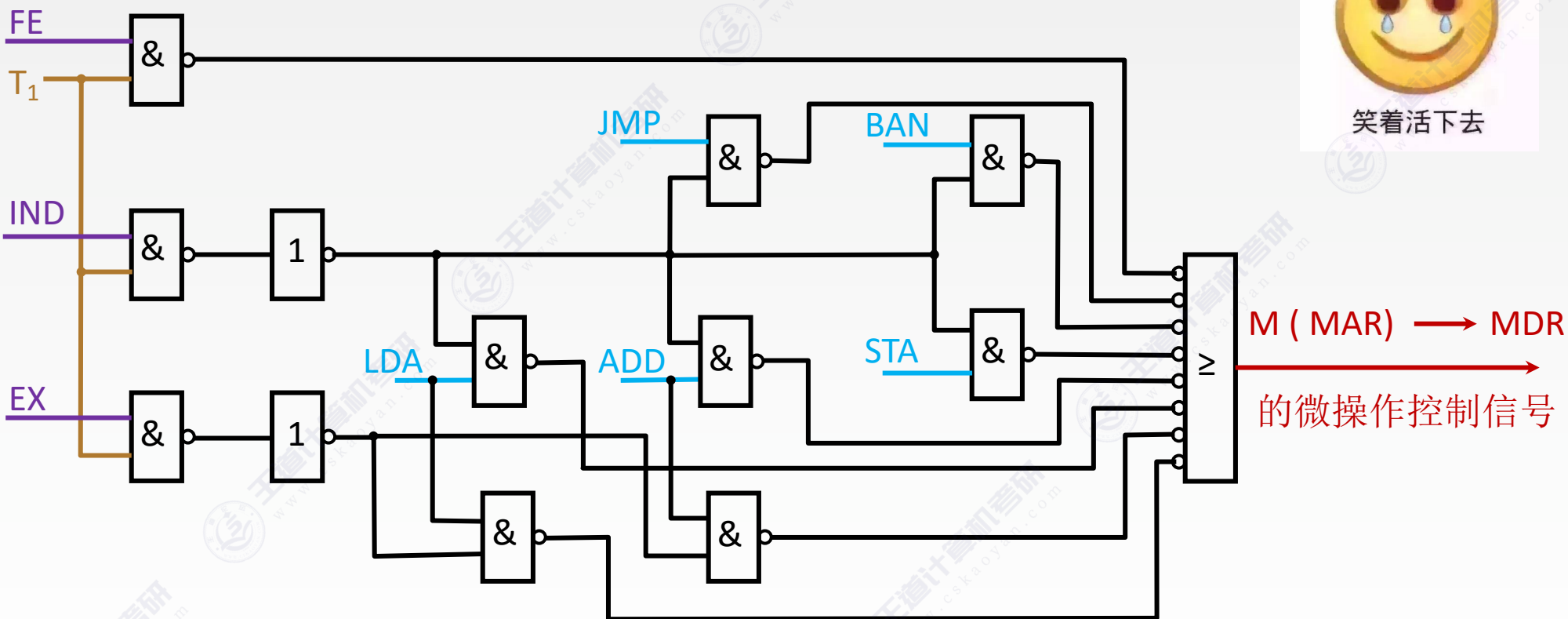
王道考研/CSKAOYAN.COM

# 本章总览



关注公众号【研途小时】获取后续课程完整更新！

# 硬布线控制器的设计思路



硬布线控制器：微操作控制信号由组合逻辑电路根据当前的指令码、状态和时序，即时产生

时序信息包含机  
器周期、节拍

关注公众号【研途小时】获取后续课程完整更新！

王道考研/CSKAOYAN.COM

# 微程序控制器的设计思路

采用“存储程序”的思想，CPU 出厂前将所有指令的“微程序”存入“控制器存储器”中

高级语言代码  
高级语言代码



指令1  
指令2  
指令3  
指令4  
指令5  
指令6

取指周期  
(FE=1)

间指周期  
(IND=1)

执行周期  
(EX=1)

中断周期  
(INT=1)

T<sub>0</sub>: 微操作1、微操作2  
T<sub>1</sub>: 微操作3  
T<sub>2</sub>: 微操作4

T<sub>0</sub>: 微操作5、微操作2  
T<sub>1</sub>: 微操作6  
T<sub>2</sub>: 微操作7

T<sub>0</sub>: 微操作7  
T<sub>1</sub>: 微操作8  
T<sub>2</sub>: 微操作9、微操作6

T<sub>0</sub>: 微操作5、微操作2  
T<sub>1</sub>: 微操作10  
T<sub>2</sub>: 微操作11

微指令a: 完成微操作1、2  
微指令b: 完成微操作3  
微指令c: 完成微操作4

微指令d: 完成微操作5、2  
微指令e: 完成微操作6  
微指令f: 完成微操作7

微指令f: 完成微操作7  
微指令g: 完成微操作8  
微指令h: 完成微操作9、6

微指令d: 完成微操作5、2  
微指令i: 完成微操作10  
微指令j: 完成微操作11

微程序

程序：由指令序列组成

微程序：由微指令序列组成，每一种指令对应一个微程序

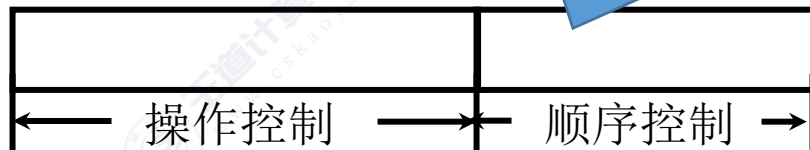
指令是对程序执行步骤的描述

微指令是对指令执行步骤的描述

指令是对微指令功能的“封装”

微指令基本格式

指明下一条微指令的地址



微命令与微操作一一对应  
微指令中可能包含多个微命令

地址

P  
K  
指令1的微程序  
微指令序列

指令2的微程序

CM (按地址寻访)

## 微程序控制器的基本结构

至 CPU 内部和系统总线的控制信号

OP IR

微地址形成部件

顺序逻辑

CMAR

地址译码

控制存储器CM

下地址

CMDR

产生初始微地址和后继微地址，以保证微指令的连续执行。

标志  
CLK

别名：μPC，微地址寄存器，接收微地址形成部件送来的微地址，为在CM中读取微指令作准备。

将地址码转化为存储单元控制信号。

别名：μIR，用于存放从CM中取出的微指令，它的位数同微指令字长相等。

用于存放各指令对应的微程序，控制存储器可用只读存储器ROM构成。

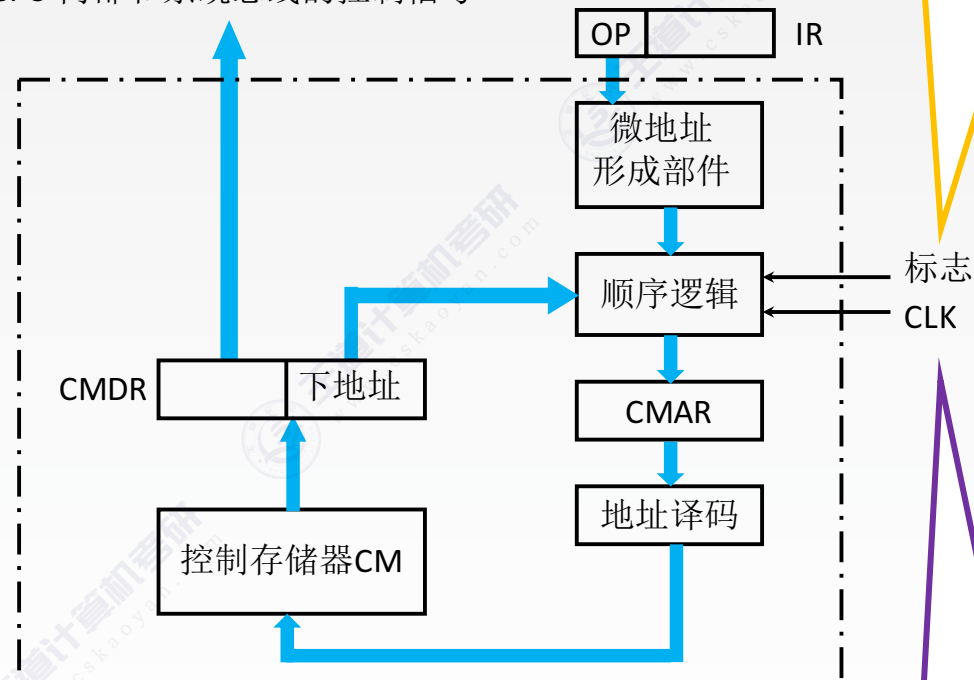
思考：所有指令的取指周期、间址周期、中断周期所对应的微指令序列都一样，是否可以共享使用？

微指令  
存放地  
址

## 微程序控制器的工作原理

微指令操作码	下地址	
	1	取指周期 微程序
	2	
	3	
⋮		间址周期 微程序
转执行周期		
⋮		
转取指周期		
⋮		中断周期 微程序
转取指周期		
⋮		
⋮		
	14	对应 LDA 指令的 执行周期微程序
	15	
	0	
	17	对应 STA 指令的 执行周期微程序
	18	
	0	
⋮		

至 CPU 内部和系统总线的控制信号



根据指令地址  
码的寻址特征  
位判断是否要  
跳过间址周期

取数指令 LDA X

取指周期: #0、#1、#2

间址周期: #3、#4 ..... #7

执行周期: #13、#14、#15

中断周期: #8、#9 ..... #12

根据中断信号  
判断是否进入  
中断周期



微指令  
存放地  
址

## 微程序控制器的工作原理

微指令操作码	下地址
	1
	2
	3
⋮	
转执行周期	
⋮	
转取指周期	
	14
	15
	0
	17
	18
	0
⋮	

取指周期 微程序

间址周期 微程序

中断周期 微程序

对应 LDA 指令的  
执行周期微程序

对应 STA 指令的  
执行周期微程序

通常是公用的，故如果某指令系统中有 $n$ 条机器指令，则CM中微程序的个数至少是 $n+1$ 个

一些早期的CPU、物联网设备的CPU可以不提供间接寻址和中断功能，因此这类CPU可以不包含间址周期、中断周期的微程序段

Tips: 物理上，取指周期、执行周期看起来像是两个微程序，但逻辑上应该把它们看作一个整体。因此，“一条指令对应一个微程序”的说法是正确的

# 微程序控制器

## CU 的结构

- 微地址形成部件
  - 微地址即微指令在 CM 中的存放地址
  - 通过指令操作码形成对应微程序的第一条微指令的存放地址
- 顺序逻辑
  - 根据某些机器标志和时序信息确定下一条微指令的存放地址
- CMAR ( $\mu PC$ )
  - 指明接下来要执行的微指令的存放地址
- 地址译码器
  - 将 CMAR 内的地址信息译码为电信号, 控制 CM 读出微指令
- 控制存储器 CM
  - 存放所有机器指令对应的微程序 (微指令序列)
  - 用 ROM 实现, 按地址寻访。通常在 CPU 出厂时就把所有微程序写入
- CMDR ( $\mu IR$ )
  - 微指令寄存器, 用于存放当前要执行的微指令。CM( $\mu PC$ ) $\rightarrow \mu IR$

## 工作原理

- 指令周期 = 取值周期  $\rightarrow$  间址周期  $\rightarrow$  执行周期  $\rightarrow$  中断周期。其中间址、中断周期可有可无
- 处理取指周期、间址周期、中断周期的微指令序列通常是公用的。执行周期的微指令序列各不相同
- 取指周期的微指令序列固定从 #0 开始存放。执行周期的微指令序列的存放根据指令操作码确定

## 概念对比

- 程序 vs 微程序; 指令 vs 微指令; 主存储器 vs 控制器存储器 (CM); MAR vs CMAR; MDR vs CMDR; PC vs  $\mu PC$ ; IR vs  $\mu IR$
- 微命令、微操作、微指令、微程序 之间的关系
- 指令周期: 从主存取出并执行一条机器指令所需的时间
- 微周期 (微指令周期): 从控制器存储器取出一条微指令并执行相应微操作所需的时间





公众号：王道在线



b站：王道计算机教育



抖音：王道计算机考研